

13.12.02

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 10 JAN 2003

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 1月17日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-008367

[ST.10/C]:

[JP 2002-008367]

出 願 人

Applicant(s):

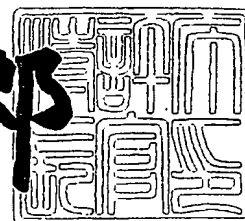
株式会社大林組  
トヨタ自動車株式会社

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2002年11月22日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



Best Available Copy

出証番号 出証特2002-3092321

【書類名】 特許願

【整理番号】 OB10278

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B09C 1/10

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都清瀬市下清戸4丁目640 株式会社大林組技術  
    研究所内

    【氏名】 藤井 研介

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都清瀬市下清戸4丁目640 株式会社大林組技術  
    研究所内

    【氏名】 井出 一貴

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都清瀬市下清戸4丁目640 株式会社大林組技術  
    研究所内

    【氏名】 石川 洋二

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

    【氏名】 織田 泰

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

    【氏名】 濱崎 志紀

【特許出願人】

    【識別番号】 000000549

    【氏名又は名称】 株式会社大林組

【特許出願人】

    【識別番号】 000003207

    【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100099704

【弁理士】

【氏名又は名称】 久寶 聡博

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 033798

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0014756

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 微生物による汚染土の浄化方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 粘土又はシルトを含む汚染土に吸水性を有しかつ吸水後に非膨潤性及び非粘性を維持可能な土壌改良資材を添加し攪拌混合することで該土壌改良資材に前記粘土又はシルトに含まれる間隙水を吸水させる一方、前記汚染土に含まれる汚染物質を分解する分解菌を前記汚染土に添加して又は前記汚染土内で生息している分解菌を利用して前記汚染物質を微生物分解することを特徴とする微生物による汚染土の浄化方法。

【請求項 2】 前記分解菌を前記汚染土に添加する際、前記土壌改良資材に非担持の状態で行う請求項 1 記載の微生物による汚染土の浄化方法。

【請求項 3】 前記汚染物質を微生物分解する際、前記汚染土に通気を行う請求項 1 記載の微生物による汚染土の浄化方法。

【請求項 4】 前記土壌改良資材を無機質土壌改良資材とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一記載の微生物による汚染土の浄化方法。

【請求項 5】 前記無機質土壌改良資材を真珠岩パーライトとする請求項 4 記載の微生物による汚染土の浄化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、汚染土に含まれている有機塩素系化合物等の汚染物質を浄化する汚染土の浄化方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

土壌内には、トリクロロエチレンなどの有機塩素系化合物や、重油やガソリンなどの石油系炭化水素が含まれていることがあり、このような土壌をそのまま放置すると、上述した有機塩素系化合物等の汚染物質が地下水等を介して環境に拡散するおそれがある。そのため、かかる汚染土壌に対しては所定の浄化処理を行わねばならない。

【0003】

一方、微生物の活性を利用して環境中の汚染物質を分解無害化する技術、すなわちバイオレメディエーションの研究が進んできており、従来から原油による海洋汚染などの浄化に適用されてきたが、最近では汚染土壌へも適用されるようになってきた。

【0004】

バイオレメディエーションを用いて汚染土壌中の汚染物質を浄化するにあたっては、まず、汚染土壌を掘削して掘削汚染土を仮用地に移動し、次いで、仮用地にて掘削汚染土内の汚染物質を微生物で分解する。そして、汚染物質が分解処理された後は、処理土を元の位置に埋め戻すといった手順が一般的である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、汚染土にシルトや粘土などの細粒分が多く含まれていると、土壌の空隙が少ないことに加えて間隙水が多いため、気相の割合が少なく、わずかに存在する空隙も連続性を持たないため、汚染土の通気性はきわめて悪い。

【0006】

そのため、いくら強制的に通気を行っても、好気性分解菌の活性を上げることができず、該汚染土内の汚染物質を分解するのに長時間を要したり、場合によっては微生物分解自体が実質的に不可能になるという問題を生じていた。

【0007】

また、汚染土に生石灰を混合攪拌することで、汚染土内に含まれている水分と生石灰との化学反応に伴う水和熱を発生させ、かかる水和熱を利用して汚染物質を気化処理する方法も検討開発されている（特開平7-275837号公報参照）が、かかる方法では、汚染土が生石灰により強アルカリ性となり、埋め戻した後でアルカリ成分が地下水等に拡散したり生態系に悪影響を及ぼすといった事態が懸念される。

【0008】

本発明は、上述した事情を考慮してなされたもので、環境に影響を及ぼしたりそれを防止するためのpH調整等の後処理を行うことなく、かつ粘性の高い汚染

土であっても効率的に汚染物質を浄化することが可能な微生物による汚染土の浄化方法を提供することを目的とする。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明に係る微生物による汚染土の浄化方法は請求項1に記載したように、粘土又はシルトを含む汚染土に吸水性を有しかつ吸水後に非膨潤性及び非粘性を維持可能な土壌改良資材を添加し攪拌混合することで該土壌改良資材に前記粘土又はシルトに含まれる間隙水を吸水させる一方、前記汚染土に含まれる汚染物質を分解する分解菌を前記汚染土に添加して又は前記汚染土内で生息している分解菌を利用して前記汚染物質を微生物分解するものである。

【 0 0 1 0 】

また、本発明に係る微生物による汚染土の浄化方法は、前記分解菌を前記汚染土に添加する際、前記土壌改良資材に非担持の状態で行うものである。

【 0 0 1 1 】

また、本発明に係る微生物による汚染土の浄化方法は、前記汚染物質を微生物分解する際、前記汚染土に通気を行うものである。

【 0 0 1 2 】

また、本発明に係る微生物による汚染土の浄化方法は、前記土壌改良資材を無機質土壌改良資材とするものである。

【 0 0 1 3 】

また、本発明に係る微生物による汚染土の浄化方法は、前記無機質土壌改良資材を真珠岩パーライトとするものである。

【 0 0 1 4 】

本発明に係る微生物による汚染土の浄化方法においては、まず、粘土又はシルトを含む汚染土に土壌改良資材を添加し、次いで、これを攪拌混合することで該土壌改良資材に前記粘土又はシルトに含まれる間隙水を吸水させる。

【 0 0 1 5 】

粘土又はシルトを含む汚染土、特に粘土又はシルトを主体とし又はこれらのみ

からなる汚染土は、空隙が少なくしかもその空隙に間隙水が含まれていることが多いため、一般的には含水比が高いが、かかる粘土やシルトといった細粒土の含水比をスラリー状のものから次第に低下させていくと、それに伴って土の変形に対する強さ（コンシステンシー）が変化し、液体、塑性体、半固体、固体としての性状に順次変化していく。すなわち、細粒土は、液性限界にて液性から塑性を示す状態に変化し、塑性限界にて塑性から半固体を示す状態に変化する。塑性限界以下の含水比になると、土は高いせん断強度を示すが非塑性的となる。なお、塑性とは、土に作用する外力が除かれても該土に変形が残る特性をいう。

#### 【0016】

そのため、吸水性を有しかつ吸水後に非膨潤性及び非粘性を維持可能な土壤改良資材を粘土又はシルトを含む汚染土に添加しこれを攪拌混合することで該土壤改良資材に粘土又はシルトに含まれる間隙水を吸水させると、汚染土全体の含水比は変化しないものの、粘土又はシルトに含まれていた間隙水が土壤改良資材に移動するため、汚染土中の粘土又はシルト自体の含水比は低下してそれらが塑性体から非塑性的な半固体の性状へと変化するとともに、かかる状況下で攪拌混合されることにより、粘土又はシルトの土塊はバラバラに解膠され、それまでの小さな団粒構造からより大きな団粒構造へと構造が変化するとともに、それに伴ってより大きな空隙が形成されるようになり、上述した間隙水が吸水されることによる空隙確保と相まって、粘土又はシルト内の気相率は大幅に向上する。

#### 【0017】

一方、前記汚染土に含まれる汚染物質を分解する分解菌を前記汚染土に添加して、又は前記汚染土内で生息している分解菌を利用して前記汚染物質を微生物分解する。

#### 【0018】

このようにすると、粘土又はシルト内の気相率が向上しているため、汚染土内では好気性環境が形成されることとなり、分解菌は、その活性を高めて、あるいは予め蓄積されていた分解酵素によって汚染土に含まれていた汚染物質は速やかに分解される。なお、汚染土に分解菌を添加する場合には、該分解菌を汚染土内に均一に分散させるとともに、汚染物質との接触性を高めるべく、分解菌添加後

も攪拌混合を行うのが望ましい。

【0019】

土壌改良資材と分解菌とを汚染土に添加するタイミングは任意であり、同時に添加してもよいし、いずれかを先行添加するようにしてもよく、土壌改良資材を添加して攪拌混合することでまずは好気性環境を形成し、しかる後、分解菌を添加してさらに攪拌混合することが考えられる。

【0020】

但し、気相率は、攪拌混合開始から高くなり始めるものの、含水比等の条件によっては、ある時点でピークとなり、その後は再び低下してしまうことが実験で確認された。そのため、状況によっては、土壌改良資材と分解菌とを同時に汚染土に添加し、しかる後、該汚染土を攪拌混合して気相率が最大値になった時点で攪拌混合を終了するのが望ましい。

【0021】

土壌改良資材は、上述したように吸水性を有しかつ吸水後に非膨潤性及び非粘性を維持可能なものであればどのような資材でもよいが、例えば、真珠岩パーライト、松脂岩パーライト、硬質流紋岩発泡物などのパーライト系資材、珪藻土焼成粒、粘土鉱物焼成物、木炭・再生木質炭などのセラミック系資材、バーミキュライト、ロックウールなどの岩石焼成系資材などが考えられる。

【0022】

なお、非膨潤性を要件としたのは、吸水によって確保された空隙が土壌改良資材の膨潤による体積増加で相殺されてしまうからであり、膨潤による体積増加が吸水により確保される空隙よりも小さい資材を選択する必要がある。このような非膨潤性の要件を満たさないものとして具体的にはベントナイトが該当する。

【0023】

また、吸水後に非粘性を要件としたのは、吸水によって土壌改良資材自体が粘性を持つようになり、それによって汚染土全体が塑性体としての性状を示す懸念があるからであり、土壌改良資材自体が粘性を持つことによる塑性限界の低下が、吸水により汚染土が塑性性状から非塑性的な半固体の性状へ変化することを妨げない資材を選択する必要がある。このような非粘性の要件を満たさないものと



して具体的にはポリマーが該当する。

【 0 0 2 4 】

なお、本発明に係る土壌改良資材は、上述したように出願時点で市販ないしは公知のものであるが、それらは土壌の保水性を改良することを目的としたものであってそのほとんどが保水性に乏しい砂質土を対象としており、本発明とは、目的や用途を全く異にするものである。

【 0 0 2 5 】

対象となる汚染物質としては、好気性環境下で微生物分解可能なものを全て含むものとし、分解菌については、かかる汚染物質に応じて最適なものを選択すればよい。

【 0 0 2 6 】

例えば、汚染物質が自然界に存在する原油等であれば、土中に生息する頻度の高い微生物、例えばシュードモナス属の菌体をそのまま利用することができる。なお、汚染物質を分解できる微生物の菌体数が汚染土内にあまり存在しない場合には、他の自然環境で生息している微生物から対象となる汚染物質を分解できる微生物をスクリーニングにより単離し、育種するようにしてもよい。

【 0 0 2 7 】

一方、汚染物質がトリクロロエチレンなどの人為的に合成された有機溶剤であって、これを唯一の炭素源として直接分解できる微生物の入手が困難である場合には、共代謝すなわち別の物質を分解する際に付加的に分解を行わせる作用を利用すればよい。例えば、通気の際、空気とともにメタンを給気して土中に存在する若しくは土中に別途供給されたメタン資化性細菌を活性化させ、該細菌が有する酸化酵素で上述の有機溶剤を分解する方法や、フェノール、トルエンなどの芳香族化合物を別途、汚染土に添加し、該汚染土中に存在する若しくは土中に別途供給された芳香族資化性細菌（シュードモナス属細菌の中に多数存在する）に芳香族化合物を分解させ、その際の共代謝によって有機溶剤を分解する等の方法が考えられる。なお、本明細書では、上述のメタンや芳香族化合物を共代謝物質と呼ぶことにする。

【 0 0 2 8 】

その他、上述した内容と一部重複するが、トリクロロエチレンを微生物分解可能な分解菌としては、メタン資化性菌であるメチロシナス トリコスポリウム (*Methylosinus tricosporium*) OB3 (特表平4-501667、特開平5-212371) やメチロシナス トリコスポリウム (*Methylosinus tricosporium*) TUKUBA (特開平2-92274、特開平3-292970)、シュードモナス属であるシュードモナス プチダ (*Pseudomonas putida*) F1 (特開昭64-34499)、シュードモナス プチダ (*Pseudomonas putida*) BH (藤田ら; ケミカルエンジニアリング, 39, 6, p494-498, 1994)、シュードモナス プチダ (*Pseudomonas putida*) UC-R5, UC-P2 (特開昭62-84780)、シュードモナス プチダ (*Pseudomonas putida*) KWI-9 (特開平6-70753)、シュードモナス メンドシナ (*Pseudomonas mendocina*) KR1 (特開平2-503866, 5-502593)、シュードモナス セパシア (*Pseudomonas cepacia*) G4 (特開平4-502277)、シュードモナス セパシア (*Pseudomonas cepacia*) KK01 (特開平6-296711)、アルカリジナス ユートロフス (*Alcaligenes eutropus*) JMP134 (A.R.Harker Appl.Environ.Microbiol., 56, 4, 1179-1181, 1990)、アルカリジナス ユートロフス (*Alcaligenes eutropus*) KS01 (特開平7-123976)、アンモニア酸化細菌であるニトロソモナス ユーロパエア (*Nitrosomonas europaea*) (D.Arciero et al.Biochem.Biophys.Res.Comm., 159, 2, 640-643, 1989)、コリネバクテリウム属細菌 (*Corynebacterium*) J1 (特開平8-66182) 等が知られている。

#### 【0029】

なお、MO7株 (国際出願番号 PCT/JP97/02872、国際公開番号 WO98/07831、FERM BP-5624) を用いれば、上述した細菌よりも高い効率でかつ直接的にトリクロロエチレンを分解することができる。

#### 【0030】

ここで、汚染物質を分解する分解菌については、上述したように別途スクリーニングされたものを汚染土に添加するようにしてもよいし、汚染土内で元々生息している土中菌を分解菌として利用するようにしてもよい。

## 【0031】

また、汚染土に分解菌を添加する場合、土壤改良資材に担持された状態で該土壤改良資材とともに汚染土に添加するようにしてもよいが、これに代えて、該分解菌が土壤改良資材に非担持の状態、すなわち、土壤改良資材を汚染土に添加するプロセスとは異なるプロセスとして分解菌を汚染土に個別に添加するのが望ましい。

## 【0032】

かかる構成によれば、分解菌が土壤改良資材に担持された状態で該分解菌を汚染土に添加した場合とは異なり、土壤改良資材に吸水された水によって分解菌が非好気性環境下におかれるのを未然に防止することが可能となる。

## 【0033】

また、前記汚染物質を微生物分解する際、前記汚染土に通気を行うかどうかは任意であるが、通気を行った場合には、上述した好気性環境がさらに確実に形成されることとなり、汚染物質の分解効率をさらに高めることが可能となる。

## 【0034】

また、前記土壤改良資材を無機質土壤改良資材としたならば、土壤改良資材が経年的に分解されて地盤沈下等の原因となるのを防止することが可能となる。

## 【0035】

さらに、前記無機質土壤改良資材を真珠岩パーライトとしたならば、好気性環境を確実に形成することができる。

## 【0036】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る微生物による汚染土の浄化方法の実施の形態について、添付図面を参照して説明する。なお、従来技術と実質的に同一の部品等については同一の符号を付してその説明を省略する。

## 【0037】

図1は、本実施形態に係る微生物による汚染土の浄化方法の実施手順を示したフローチャート、図2は各ステップにおける作業図である。これらの図に示すように、本実施形態に係る微生物による汚染土の浄化方法においては、まず、粘土

又はシルトを主体とし汚染物質としてのトリクロロエチレンを含む汚染土 1 を図 2 (a)に示すように掘削し、これを地表に仮置きする（ステップ 1 0 1）。

【 0 0 3 8 】

次に、土壤改良資材である無機質土壤改良資材のひとつである真珠岩パーライト 2 及びトリクロロエチレンを分解する分解菌 3 を図 2 (b)に示すように汚染土 1 に添加する（ステップ 1 0 2）。

【 0 0 3 9 】

分解菌 3 を汚染土 1 に添加するにあたっては、分解菌 3 を真珠岩パーライト 2 に非担持の状態、すなわち、真珠岩パーライト 2 を汚染土 1 に添加するプロセスとは異なるプロセスとして汚染土 1 に個別に添加する。

【 0 0 4 0 】

次に、かかる汚染土を同図(c)に示すように耕耘機 4 で攪拌混合することで粘土又はシルトに含まれる間隙水を真珠岩パーライト 2 に吸水させる（ステップ 1 0 3）。

【 0 0 4 1 】

このようにすると、汚染土 1 全体の含水比は変化しないものの、粘土又はシルトに含まれていた間隙水が土壤改良資材である真珠岩パーライト 2 に移動するため、汚染土 1 中の粘土又はシルト自体の含水比は低下してそれらが塑性体から非塑性的な半固体の性状へと変化するとともに、かかる状況下で攪拌混合されることにより、粘土又はシルトの土塊はバラバラに解膠され、それまでの小さな団粒構造からより大きな団粒構造へと構造が変化するとともに、それに伴ってより大きな間隙が形成されるようになり、上述した間隙水が吸水されることによる空隙確保と相まって、粘土又はシルト内の気相率が大幅に向上するとともに、分解菌 3 が汚染土 1 内に均一に分散され、トリクロロエチレンとの接触性が高まる。

【 0 0 4 2 】

分解菌 3 は、例えば MO 7 株（国際出願番号 PCT / JP 9 7 / 0 2 8 7 2、国際公開番号 WO 9 8 / 0 7 8 3 1、FERM BP-5 6 2 4）を菌体懸濁液タンクに収容しておき、これを汚染土 1 に添加すればよい。なお、分解菌 3 の活性が高まるよう、必要に応じて栄養塩や共代謝物質等を併せて供給するようにし

てもよい。

【0043】

次に、図2(d)に示すように汚染土1内に埋設された給気管5及び排気管6を介して該汚染土1に空気を送り込む通気作業を行い、トリクロロエチレンを微生物分解する(ステップ104)。このような通気中(養生中)においては、トリクロロエチレンと分解菌との接触性を確保するため、必要に応じて随時、汚染土1を耕耘して攪拌混合するようにしてもよい。

【0044】

このように汚染土1内に空気を送り込むと、上述したように粘土又はシルト内の気相率が向上しているため、汚染土1内では通気がスムーズに行われて好気性環境がより確実に形成されることとなり、分解菌が出す分解酵素によって汚染土1に含まれているトリクロロエチレンを速やかに分解する。

【0045】

通気を行う、言い換えれば空気を送り込むにあたっては、必要に応じてトリクロロエチレン分解菌の生育に最適な条件を考慮して酸素濃度や気体温度等を適宜設定するとともに、必要に応じてメタンなどの共代謝物質を併せて供給する。

【0046】

なお、トリクロロエチレンは揮発性物質であるため、分解菌による分解作用を受けることなくそのまま排気されることもあり得るが、このような場合には、汚染土1内に埋設された排気管6を捕集装置(図示せず)に接続しておき、該捕集装置に内蔵した活性炭で排気された空気内のトリクロロエチレンを吸着捕集するようにすればよい。

【0047】

また、通気中(養生中)におけるトリクロロエチレンの揮発を防止すべく、仮置きされた汚染土1の上からビニールシート等の揮発防止シートをかけるようにしてもよい。

【0048】

微生物分解によるトリクロロエチレンの分解除去が終了したならば、処理された土を適宜、元の位置に埋め戻すか、あるいは盛土材、埋立材といった材料に適

宜転用することができる。

【0049】

以上説明したように、本実施形態に係る微生物による汚染土の浄化方法によれば、土壌改良資材である真珠岩パーライト2とトリクロロエチレンを分解する分解菌3を粘土又はシルトを含む汚染土1に添加して攪拌混合することで該真珠岩パーライトに粘土又はシルトに含まれる間隙水を吸水させるようにしたので、汚染土1全体の含水比は変化しないものの、粘土又はシルトに含まれていた間隙水が真珠岩パーライト2に移動するため、粘土又はシルト自体の含水比は低下してそれらが塑性体から非塑性的な半固体の性状へと変化するとともに、かかる状況下で攪拌混合されることにより、粘土又はシルトの土塊がバラバラに解膠され、それまでの小さな団粒構造からより大きな団粒構造へと構造が変化するとともに、それに伴ってより大きな間隙が形成されるようになる。

【0050】

そして、上述した間隙水が吸水されることによる空隙確保と相まって、粘土又はシルト内の気相率が大幅に向上することとなり、かくして、汚染土1内では好気性環境が形成され、分解菌3が出す分解酵素によって汚染土1に含まれているトリクロロエチレンを速やかに分解することが可能となる。

【0051】

また、本実施形態に係る微生物による汚染土の浄化方法によれば、分解菌3を真珠岩パーライト2に非担持の状態、すなわち、真珠岩パーライト2を汚染土1に添加するプロセスとは異なるプロセスとして汚染土1に個別に添加するようにしたので、分解菌3が真珠岩パーライト2に担持された状態で該分解菌を汚染土1に添加した場合とは異なり、真珠岩パーライト2に吸水された水によって分解菌3が非好気性環境下におかれるのを未然に防止することが可能となる。

【0052】

また、本実施形態に係る微生物による汚染土の浄化方法によれば、汚染土1に通気を行うようにしたので、上述した好気性環境がさらに確実に形成されることとなり、汚染物質であるトリクロロエチレンの分解効率をさらに高めることが可能となる。

## 【 0 0 5 3 】

また、本実施形態に係る微生物による汚染土の浄化方法によれば、土壌改良資材として無機質土壌改良資材を用いたので、経年的に分解されて地盤沈下が生じる懸念がなくなる。

## 【 0 0 5 4 】

また、本実施形態に係る微生物による汚染土の浄化方法によれば、無機質土壌改良資材を真珠岩パーライト 2 としたので、好気性環境を確実に形成することができる。

## 【 0 0 5 5 】

また、本実施形態に係る微生物による汚染土の浄化方法によれば、トリクロロエチレンの浄化にあたり、従来のように水や生石灰を使用しないので、スラリーを処理したり pH 調整したりといった後処理が不要となり、埋め戻し等の作業に速やかに移行することができる。そのため、環境への影響を懸念することなく、土壌浄化を短工期に行うことが可能となる。

## 【 0 0 5 6 】

本実施形態では、汚染物質をトリクロロエチレンとしたが、対象となる汚染物質がこのようなトリクロロエチレンに限定されるものではなく、好気性環境下で微生物分解可能なものであればすべて本発明を適用することが可能である。なお、分解菌については、かかる汚染物質に応じて最適なものを選択すればよい。

## 【 0 0 5 7 】

また、本実施形態では、分解菌 3 を汚染土 1 に添加する際、土壌改良資材である真珠岩パーライト 2 に非担持の状態で行うようにしたが、真珠岩パーライト 2 に担持された分解菌 3 が水によって非好気性環境下におかれる懸念がないのであれば、分解菌 3 が真珠岩パーライト 2 に担持された状態で汚染土 1 への添加を行うようにしてもかまわない。

## 【 0 0 5 8 】

また、本実施形態では、汚染物質であるトリクロロエチレンを微生物分解する際、汚染土 1 に通気を行うようにしたが、土壌改良資材である真珠岩パーライト 2 の上述した作用によって汚染土 1 の気相率が大幅に向上しているため、この段

階ですでに所定の好気性環境が形成されている。

#### 【0059】

したがって、状況によっては汚染土1に対する通気作業を省略し、図3に示すように、汚染土1を自然放置した状態でトリクロロエチレンを微生物分解するようにしてもかまわない（ステップ114）。なお、かかる変形例において、ステップ114に至るまでのステップ101～ステップ103については、上述の実施形態と同様であるので、ここではその説明を省略する。

#### 【0060】

また、本実施形態では、汚染土1をいったん掘削してこれを仮置きするようにしたが、これに代えて、掘削された汚染土1を容器に入れて上述したと同様の処理を行うようにしてもよい。かかる場合には、トリクロロエチレンの揮発を未然に防止することができる。

#### 【0061】

具体例としては、コンクリート材料を混練する際に用いるものと同様のミキサーを用意して該ミキサー内に汚染土を投入し、引き続いて該ミキサー内に分解菌及び土壌改良資材を添加して攪拌混合し、これを地表に適当な厚みに敷き均した後、自然放置した状態で又は強制通気しつつ微生物分解するようにしてもよい。

#### 【0062】

一方、トリクロロエチレンが汚染土壌の地表面に偏っている場合には、該地表に土壌改良資材及び分解菌を添加して耕耘機で攪拌混合し、しかる後、その上からビニールシート等の揮発防止シートをかけて揮発を防止しつつ必要に応じて通気作業を行って、微生物分解させるようにしてもかまわない。

#### 【0063】

また、本実施形態では、分解菌3を汚染土1に別途添加するようにしたが、汚染土1に生息している土中菌をかかる分解菌として利用することができるのであれば、分解菌3をあらたに添加する必要はない。

#### 【0064】

#### 【実施例】

次に、本発明の作用効果を実証すべく、実験を行ったので、以下にその概要を



述べる。

【0065】

まず、トリクロロエチレンを汚染物質とし、含水比70%の細粒土を主体とした汚染土を作製した。次に、作製した汚染土にトリクロロエチレン分解菌としてMO7株を、土壌改良資材として真珠岩パーライトをそれぞれ添加し、ホバートミキサーで15秒間攪拌混合した。

【0066】

図4は、攪拌混合が終了してからの経過時間（養生時間）を横軸に、トリクロロエチレン濃度を縦軸にとってトリクロロエチレンの濃度低下を調べた結果を示したグラフである。なお、本実験では、汚染土に空気を送り込む通気作業は行っていない。

【0067】

同図には、分解菌や土壌改良資材を添加しない場合も併せて示してあり、同図でわかるように、分解菌も土壌改良資材も添加しない場合はトリクロロエチレン濃度はほとんど変化していない。また、分解菌だけを添加した場合もトリクロロエチレン濃度にほとんど変化は見られなかった。これは、土壌改良資材なしでは分解菌の活性を高めることができなかったことが原因と思われる。

【0068】

次に、土壌改良資材だけを添加した場合には、トリクロロエチレンをある程度浄化することができた。これは、トリクロロエチレン分解菌を添加しなくても、土壌改良資材による吸水によって汚染土中の気相率が向上して通気性がよくなり、トリクロロエチレンがそれによって揮発したためと思われる。土壌改良資材及びトリクロロエチレン分解菌の両方を添加した場合、トリクロロエチレンは速やかに分解され、30時間経過後には環境基準値を下回った。

【0069】

図5は、攪拌混合時間を横軸に縦軸に気相率をとったグラフであり、土壌改良資材を添加しない場合には、攪拌混合するにつれて気相率が下がっていくのに対し、添加した場合には、30%にすぎなかった気相率が60%にまで高まっているのがわかる。これは、土壌改良資材の吸水作用によって粘土又はシルトの含水

比が低下しそれらが塑性体から非塑性的な半固体の性状へと変化するとともに、かかる状況下で攪拌混合されることにより、粘土又はシルトの土塊がバラバラに解膠され、それまでの小さな団粒構造からより大きな団粒構造へと構造が変化するとともに、それに伴ってより大きな間隙が形成されるようになり、上述した間隙水が吸水されることによる空隙確保と相まって、粘土又はシルト内の気相率が大幅に向上したものと思われる。

#### 【0070】

なお、気相率は、攪拌混合開始後、10秒程度で最大値となり、その後は再び低下することがわかった。これは、攪拌混合によって大きくなった団粒構造が再び小さな団粒構造へと変化して空隙が少なくなったためと思われる。

#### 【0071】

##### 【発明の効果】

以上述べたように、本発明に係る微生物による汚染土の浄化方法によれば、土壌改良資材に粘土又はシルト内の間隙水を吸水させることにより、汚染土全体の含水比は変化しないものの、粘土又はシルト自体の含水比が低下してそれらが塑性体から非塑性的な半固体の性状へと変化するとともに、かかる状況下で攪拌混合されることにより、粘土又はシルトの土塊がバラバラに解膠され、それまでの小さな団粒構造からより大きな団粒構造へと構造が変化するとともに、それに伴ってより大きな間隙が形成されるようになる。

#### 【0072】

そして、上述した間隙水が吸水されることによる空隙確保と相まって、粘土又はシルト内の気相率が大幅に向上することとなり、かくして、汚染土内では好気性環境が形成され、分解菌が有する分解酵素によって汚染土に含まれている汚染物質を速やかに分解することが可能となる。

#### 【0073】

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本実施形態に係る微生物による汚染土の浄化方法の実施手順を示したフローチャート。

【図 2】

本実施形態に係る微生物による汚染土の浄化方法の各実施ステップにおける作業図。

【図 3】

変形例に係る微生物による汚染土の浄化方法の実施手順を示したフローチャート。

【図 4】

本発明に係る微生物による汚染土の浄化方法を実証したグラフ。

【図 5】

同じく本発明に係る微生物による汚染土の浄化方法を実証したグラフ。

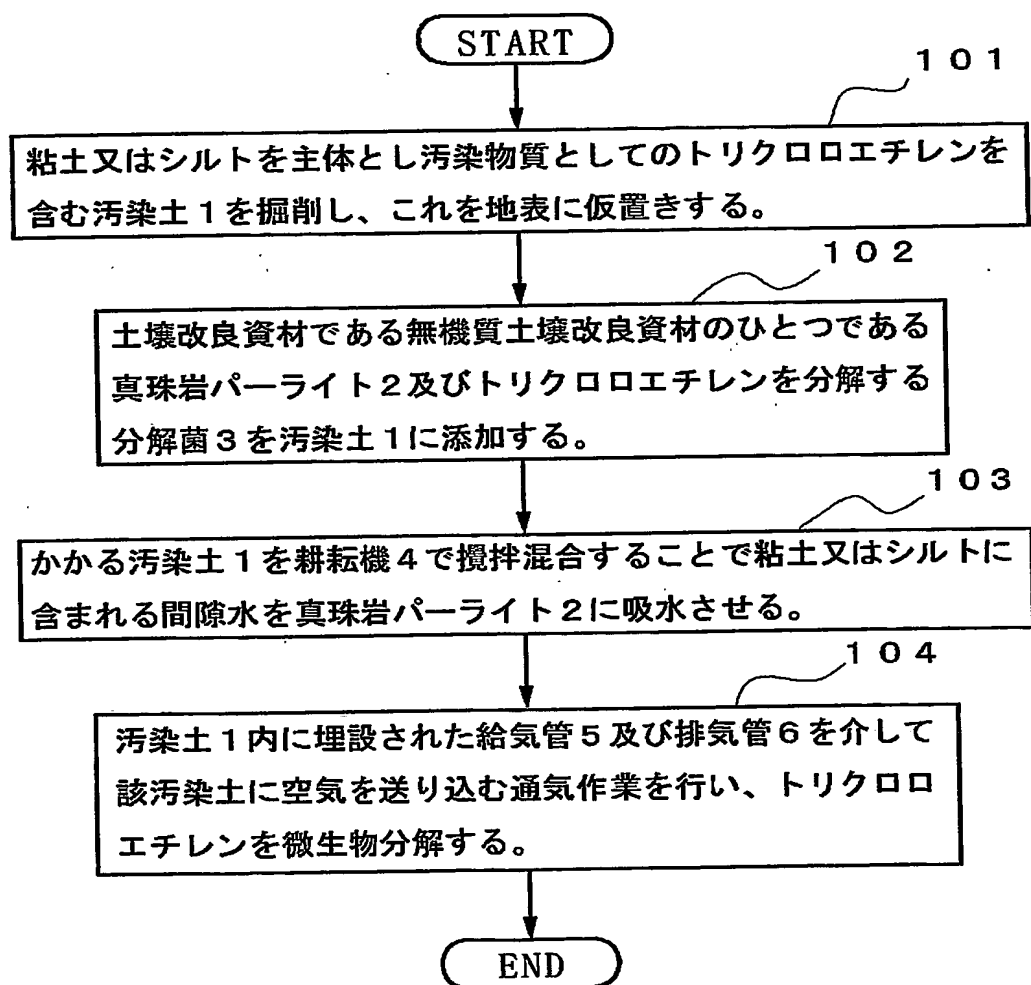
【符号の説明】

- |   |                            |
|---|----------------------------|
| 1 | 汚染土                        |
| 2 | 真珠岩パーライト（土壌改良資材、無機質土壌改良資材） |
| 3 | 分解菌                        |

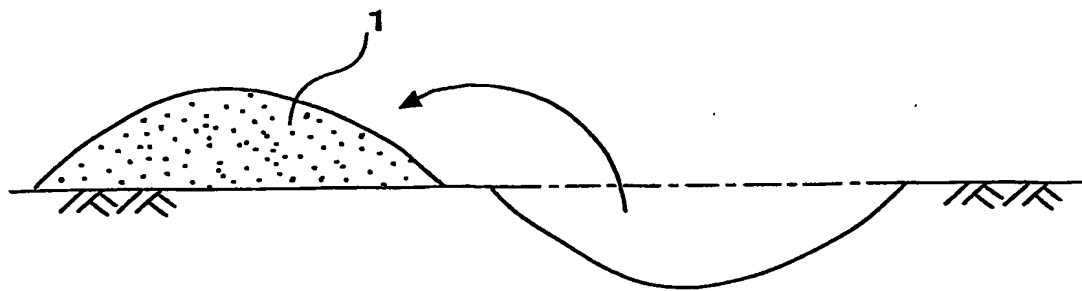
【書類名】

図面

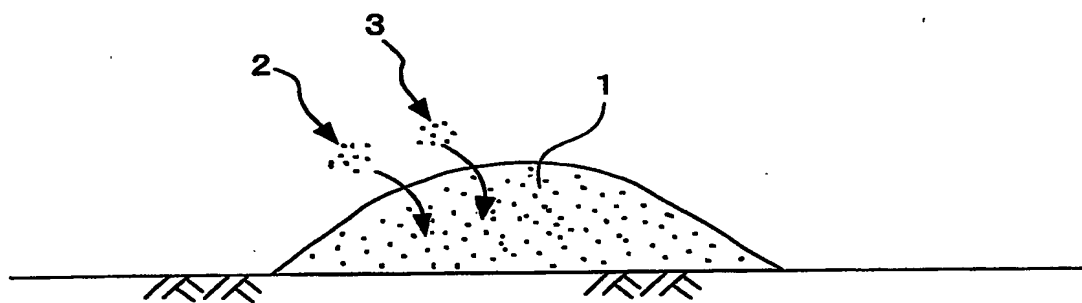
【図1】



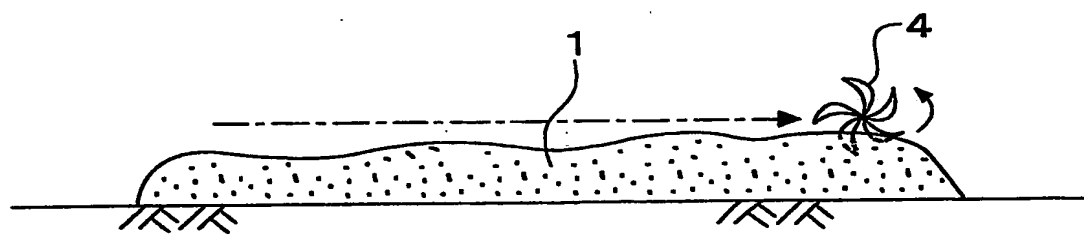
【図2】



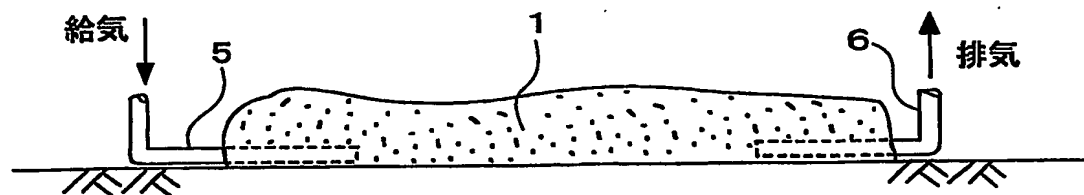
(a)



(b)

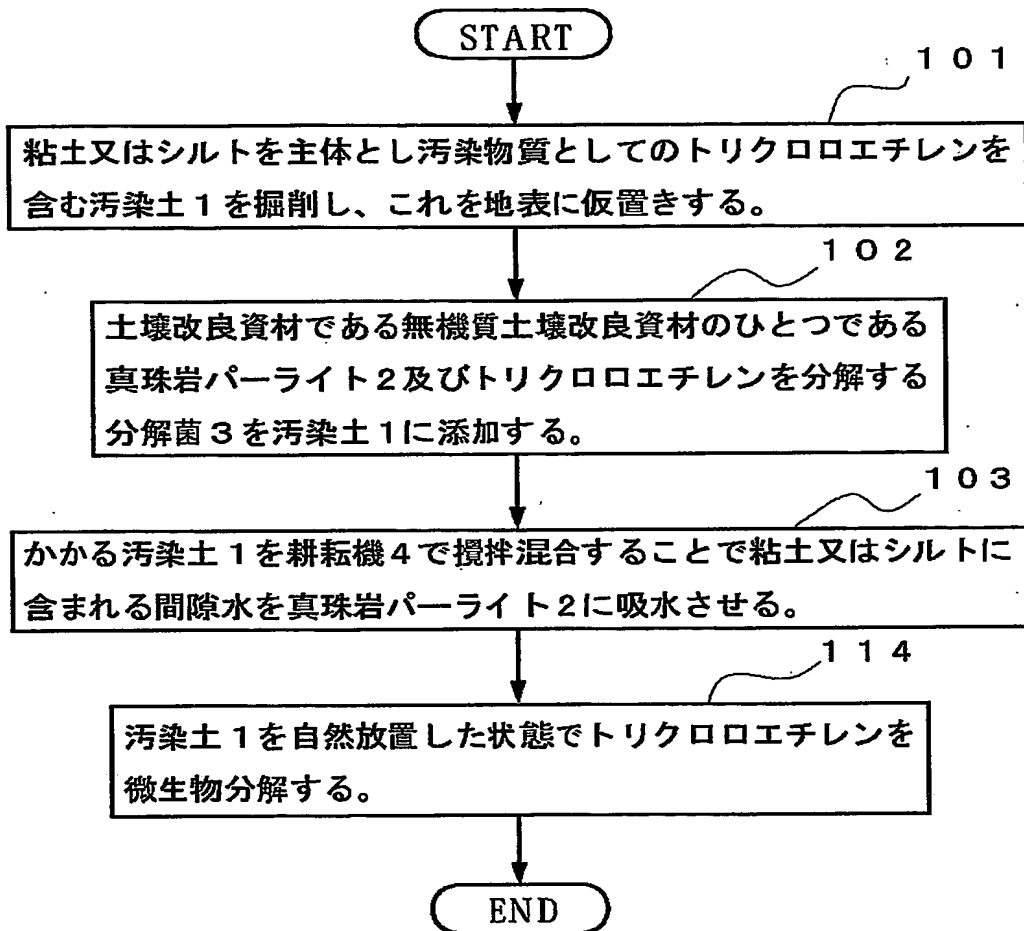


(c)

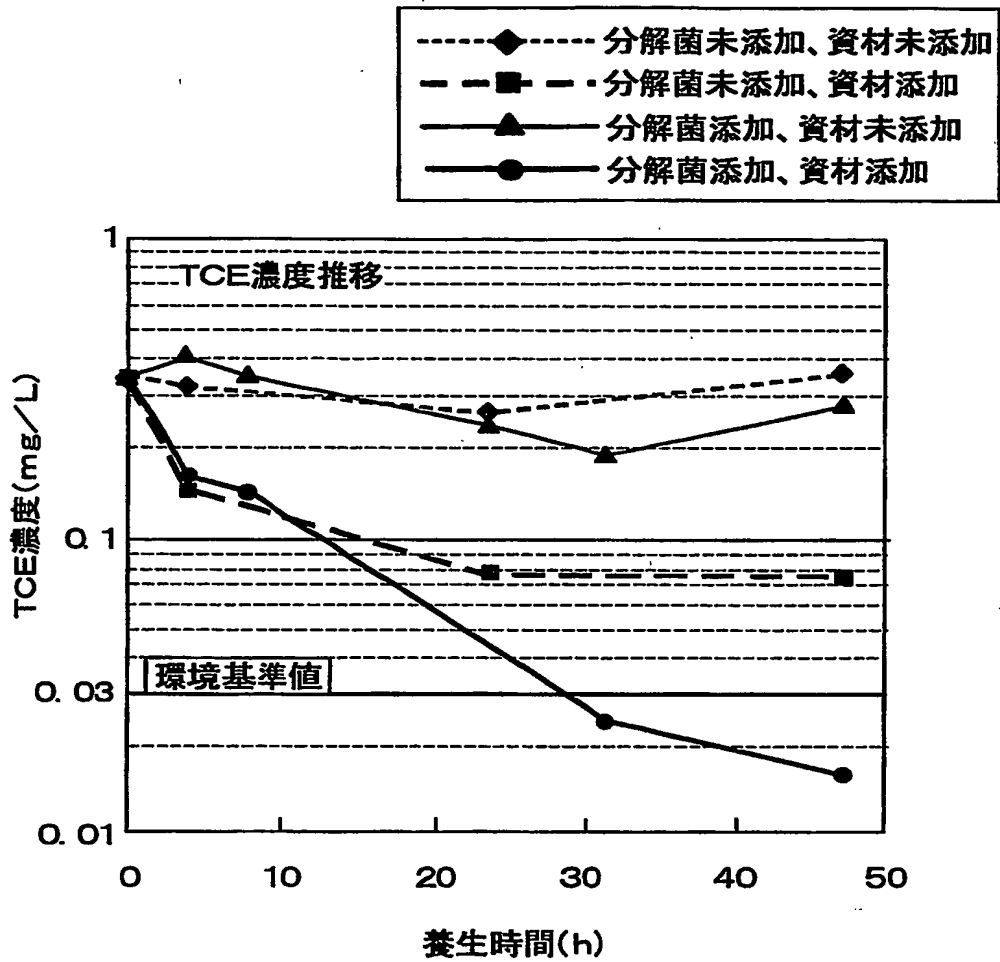


(d)

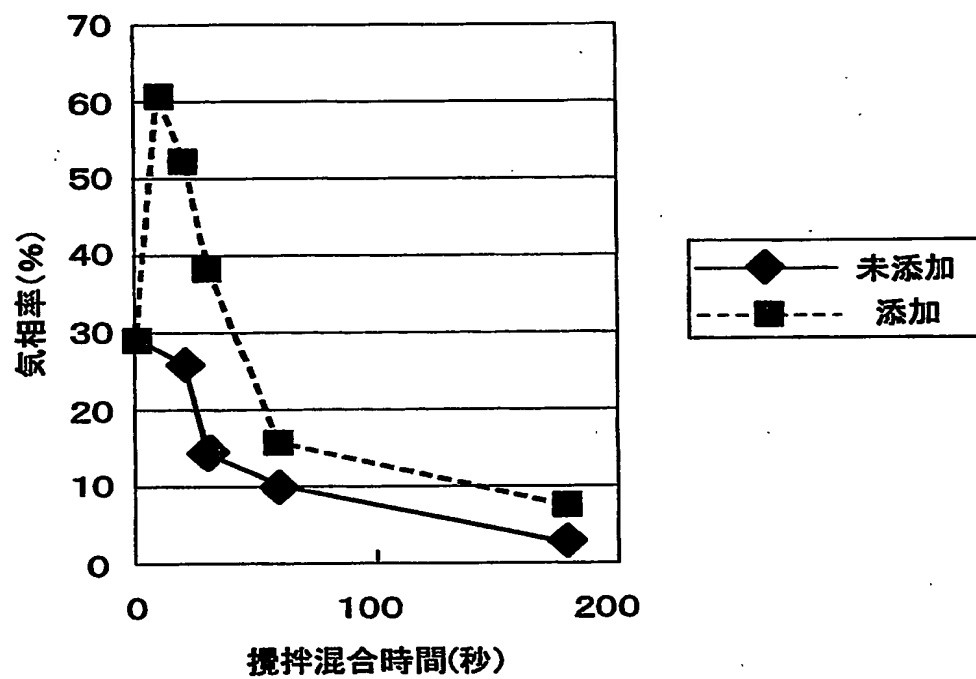
【図3】



【図4】



【図5】





【書類名】 要約書

【要約】

【目的】 環境に影響を及ぼしたりそれを防止するためのpH調整等の後処理を行うことなく、かつ粘性の高い汚染土であっても効率的に汚染物質を浄化する。

【構成】 本発明に係る微生物による汚染土の浄化方法においては、まず、粘土又はシルトを主体とし汚染物質としてのトリクロロエチレンを含む汚染土を掘削し、これを地表に仮置きする（ステップ101）。次に、土壌改良資材である無機質土壌改良資材のひとつである真珠岩パーライト2及びトリクロロエチレンを分解する分解菌3を汚染土1に添加する（ステップ102）。次に、かかる汚染土を攪拌混合することで粘土又はシルトに含まれる間隙水を真珠岩パーライト2に吸水させる（ステップ103）。次に、汚染土1内に空気を送り込む通気作業を行い、トリクロロエチレンを微生物分解する（ステップ104）。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-008367
受付番号	50200051695
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成14年 1月18日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年 1月17日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000549]

1. 変更年月日	1990年 8月22日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府大阪市中央区北浜東4番33号
氏 名	株式会社大林組

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003207]

1. 変更年月日	1990年 8月27日
[変更理由]	新規登録
住 所	愛知県豊田市トヨタ町1番地
氏 名	トヨタ自動車株式会社